

Вычислительная электродинамика отвечает на вызов

Юрий Потапов

В силу своей специфики высокочастотная вычислительная электродинамика стоит обособленно от других областей численного моделирования, таких, как анализ напряжений или тепловой анализ. Эксперты все еще продолжают спорить о том, какой метод решения проблемы наиболее быстрый или элегантный, но пока не пришли к единому мнению и не признали абсолютного лидера.

Чтобы преуспеть и оценить возможные преимущества и недостатки используемых подходов, любая группа разработчиков должна тратить время и деньги на рассмотрение чисто исследовательских задач. В условиях, когда проекты становятся все сложнее, потенциальная выгода для конечного пользователя будет заключаться в том, что он получит возможность быстрого и точного решения задачи, выполнение которой ранее было невозможно.

С момента своего основания 15 лет назад компания CST имела своей основной целью создать коммерческий программный продукт, предлагающий пользователю не только мощное вычислительное ядро, но и обеспечивающий другие пользовательские задачи, а именно простой и понятный ввод данных, интеграцию с другими CAD/EDA системами и разумную постобработку результатов расчета.

Новая версия пакета CST Microwave Studio 2006B является очередным шагом фирмы на трудном пути реализации "совершенной технологии". Виртуальное прототипирование сейчас представляет собой не просто расчет с использованием наиболее подходящего метода анализа, но и использование нескольких разных методов для перекрестной проверки результатов. Никогда ранее достоверность получаемых результатов трехмерного электромагнитного анализа не была столь высокой.

В условиях конкурентного рынка современные инженеры должны иметь доступ к самому лучшему программному обеспечению, позволяющему решить их повседневные задачи. В таких областях, как СВЧ-моделирование и анализ целостности сигналов на высокоскоростных платах, инструменты для расчета активных или пассивных схем должны быть столь совершенны, что о скучных и

медленных методах перемалывания чисел можно забыть.

Компания CST всегда специализировалась на трехмерном моделировании электромагнитных полей в пассивных структурах, но ее недавнее партнерство с лучшими в своем классе системами моделирования активных схем производства Agilent и AWR позволило обеспечить одновременную симуляцию и оптимизацию смешанных проектов, содержащих как активные, так и пассивные части. Примером может быть транзисторная схема запитки антенны, где параметризованы и оптимизированы могут быть как элементы активной транзисторной схемы, так и элементы топологии планарной антенны.

Исходной точкой большинства проектов пассивных устройств является необходимость импорта проекта, ранее разработанного или в механической CAD системе (например, Pro/E) или в редакторе печатных плат (например, Cadence Allegro).

На рис. 1 показана последняя версия интерфейса с системой Cadence

APD, где теперь учитываются не только элементы топологии, но и конфигурация проволочных перемычек, используемых при разварке кристалла. Большинство инженеров предпочитают не строить модель заново в новом интерфейсе, насколько хорош бы он ни был. Однако главная проблема заключается в том, что 3D EM проект должен предельно точно повторять механическое описание.

В версии CST MWS 2006B сделан очередной шаг на пути наиболее детального моделирования механической конструкции — введен новый метод быстрой аппроксимации для идеальных граничных условий (FPBA, Fast Perfect Boundary Approximation). Прежняя реализация этого метода (PBA, Perfect Boundary Approximation) была впервые применена в первой версии пакета Microwave Studio в 1998 году и была большим достижением в области вычислительных технологий. Метод PBA дал возможность применить интегральный подход для решения уравнений Максвелла во временной области для слож-

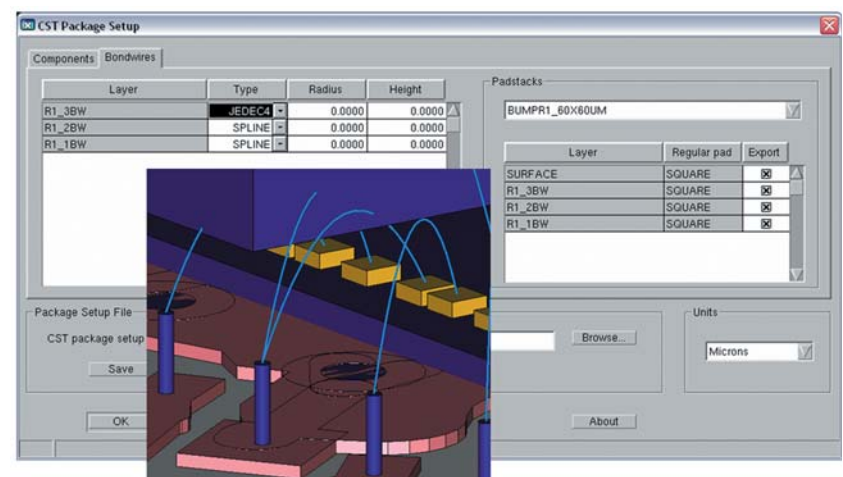


Рис. 1. Настройка типа проволочных перемычек в интерфейсе пакета CST с системой Cadence APD

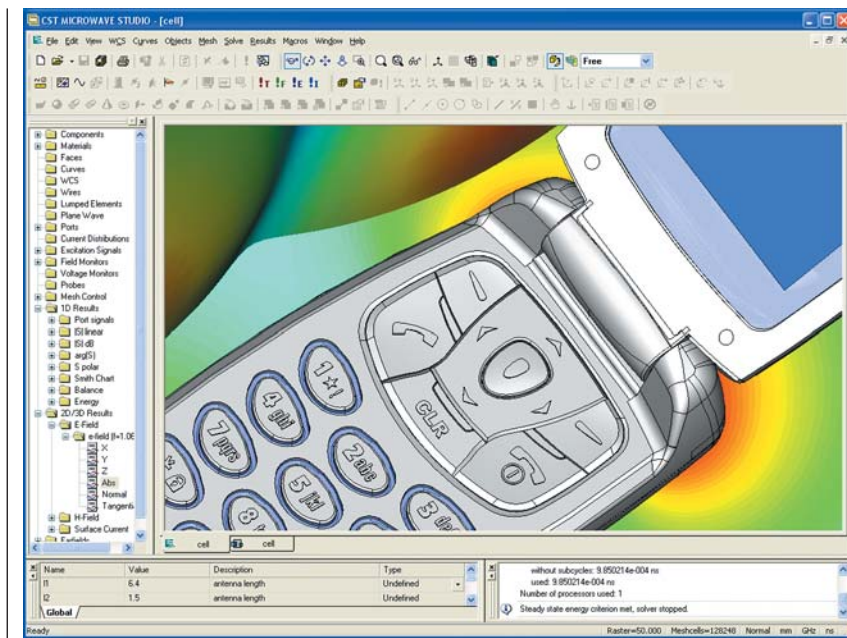


Рис. 2. При моделировании этого сотового телефона использовалась его полная механическая модель

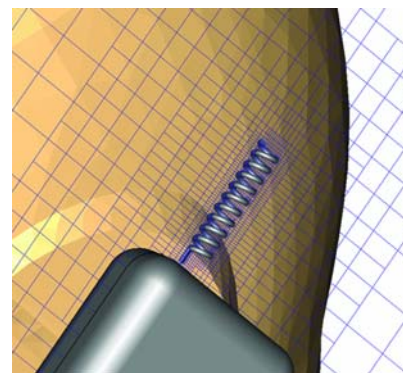


Рис. 3. Использование адаптивной подсетки для моделирования спиральной антенны сотового телефона

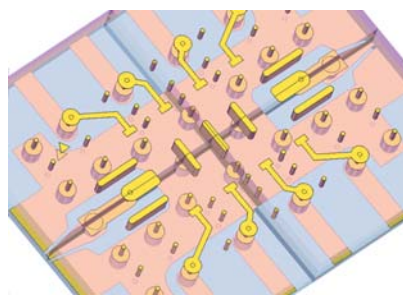


Рис. 4. Пример SiP-устройства

ных структур с наклонными и криволинейными поверхностями.

Метод FPBA представляет дальнейшее развитие данной технологии и позволяет быстро и точно дискретизировать импортированную модель даже в случаях, когда она имеет ошибки сопряжения. Специальный механизм позволяет избежать утомительного этапа восстановления импортированной модели. На рис. 2 показан пример моделирования сотового телефона с учетом всей его конструкции.

Обычно в начале работы над проектом бывает трудно оценить его реальные масштабы, но в новой версии эта проблема сведена до минимума. Гибкий механизм построения подсеток комбинирует существующие методы PBA и TST с правильной реализацией конформного преобразования. В то же время большинство современных коммерческих продуктов используют методы подсеток на основе прямоугольных сеток разбиения, где точное повторение криволинейной формы возможно только посредством измельчения сетки.

Успех CST заключается в удачной комбинации различных технологий для реализации истинно адаптивной и численно стабильной схемы построения сетки без жертвования существующими преимуществами временного метода. На рис. 3 показан типичный пример задачи, где применение адаптивных подсеток крайне важно, так как здесь отдельные элементы модели очень силь-

но отличаются друг от друга по масштабу.

Моделирование поля миниатюрной спиральной антенны вблизи головы человека во временной области требует расширения области моделирования для правильного задания граничных условий. Новый метод построения подсетки измельчает разбиение вблизи мелких деталей, а на большом удалении, где пространственное изменение поля невелико, использует ячейки большого размера. Соотношение размеров ячеек здесь достигает 10:1, что дает семикратный выигрыш по объему используемой памяти.

Шаг сетки может варьироваться по любой из осей X, Y или Z в зависимости от конфигурации структуры. Например, для планарных структур такой подход позволяет качественно моделировать поле на границе области металлизации благодаря измельчению сетки только в одной плоскости.

Исторически система CST Microwave Studio базируется на методе анализа во временной области. Многолетние скрупулезные исследования и разработки, а также постоянные обновления позволили получить лучшее в своем классе программное обеспечение. Несмотря на то, что эта методика позволяет решить подавляющее большинство задач EM-моделирования, в том числе анализ электрически больших структур и широкополосных устройств, существует ряд задач, где применение других методов может быть более оптимально.

Метод анализа в частотной области на основе тетраэдральной сетки разбиения, дополненный технологией быстрого частотного свипирования, впервые был представлен в версии 5.1. Он прекрасно зарекомендовал себя для специфического типа задач, таких, как узкополосные или электрически малые структуры, например высокочастотные резонаторы, SiP (System-in-Package) устройства с планарными катушками на подложках или фазированные антенные решетки (рис. 4).

Одним из важных требований было, чтобы вычислитель в частотной области имел точно такой же интерфейс, что и во временной области, а для пользователя переключение методов заключалось в простом нажатии кнопки T или F. В новой версии CST MWS 2006B реализован полный набор функций, обязательный для современного вычислителя в частотной области: метод первого и второго порядков, метод Делоне непосредственный и интерактивный метод построения сетки; наклонные порты; возбуждение плоской волной; многочастотная адаптация сетки; граничные условия Флоке для элементов фазированных антенных решеток (рис. 5).

